

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-351052

(P2002-351052A)

(43)公開日 平成14年12月4日 (2002.12.4)

(51)Int.Cl.

G 0 3 F 1/08

H 0 1 L 21/027

識別記号

F I

G 0 3 F 1/08

H 0 1 L 21/30

テマコード(参考)

D 2 H 0 9 5

A

5 0 2 P

審査請求 未請求 請求項の数17 O.L. (全 7 頁)

(21)出願番号

特願2002-113618(P2002-113618)

(22)出願日

平成14年4月16日 (2002.4.16)

(31)優先権主張番号 2001-020498

(32)優先日 平成13年4月17日 (2001.4.17)

(33)優先権主張国 韓国 (KR)

(71)出願人 390019839

三星電子株式会社

大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416

(72)発明者 金 ▲へい▼ 秀

大韓民国京畿道水原市八達区遠川洞548番

地 住公アパート207棟1702号

(72)発明者 趙 漢 九

大韓民国京畿道城南市盆唐区戴内洞52番地  
パークタウン113棟705号

(74)代理人 100072349

弁理士 八田 幹雄 (外4名)

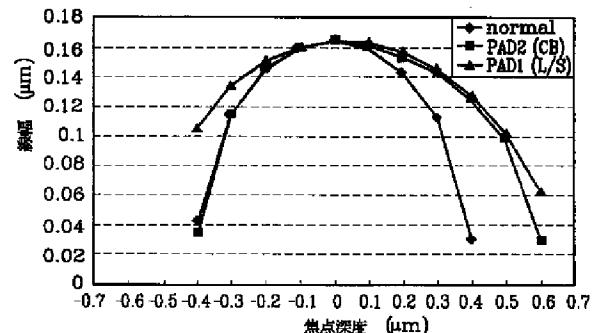
Fターム(参考) 2H095 BA01 BB02 BB03 BB14 BB36  
BC05

(54)【発明の名称】 光近接効果の補正のためのマスクとその製造方法

(57)【要約】

【課題】 光近接効果の補正のためのマスクとその製造方法を提供する。

【解決手段】 マスク上の疎らなパターン領域に位相差を利用してダミーパターンを形成して、疎らなパターンの回折光を密なパターンの回折光と同じ形にすることによって、ウェーハ上に形成される素子パターンの疎密偏差を低減する。したがって、全体的なフォーカスマージンを向上させることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 露出光を透過させるマスク基板と、前記マスク基板上に形成され、前記マスク基板より透光性に劣る主パターンと、前記主パターンの両側マスク基板上に形成され、露出光の位相を変化させて透過する多数のダミー位相シフターとを含むマスク。

【請求項 2】 前記主パターンは露出光を遮断することを特徴とする請求項 1 に記載のマスク。

【請求項 3】 前記ダミー位相シフターは前記主パターンと平行した線状で形成された請求項 1 または請求項 2 に記載のマスク。

【請求項 4】 前記ダミー位相シフターは四角型に形成され、横及び縦に交錯して交代で配列されることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のマスク。

【請求項 5】 前記ダミー位相シフターは前記マスク基板をエッチングして形成されるものであり、前記マスク基板のエッチング深さにより透過される露出光の位相が変わる請求項 3 または請求項 4 に記載のマスク。

【請求項 6】 前記ダミー位相シフターにより透過される露出光の位相が  $90^\circ$  変わる請求項 5 に記載のマスク。

【請求項 7】 前記マスク基板はバイナリマスク基板であり、前記主パターンはクロムで形成された請求項 1 ～請求項 6 のいずれか一項に記載のマスク。

【請求項 8】 前記マスク基板はハーフトーン位相反転マスク基板であり、前記主パターンは MoSiON で形成された請求項 1 ～請求項 6 のいずれか一項に記載のマスク。

【請求項 9】 露出光を透過させるマスク基板上に、前記マスク基板より透光性に劣る主パターンを形成する段階と、

前記主パターンの両側マスク基板上に、露出光の位相を変化させて透過する多数のダミー位相シフターを形成する段階とを含むマスク製造方法。

【請求項 10】 前記主パターンは露出光を遮断することを特徴とする請求項 9 に記載のマスク製造方法。

【請求項 11】 前記ダミー位相シフターは前記主パターンと平行した線状で形成する請求項 9 または請求項 10 に記載のマスク製造方法。

【請求項 12】 前記ダミー位相シフターは四角型に形成し、横及び縦に交錯して交代で配列することを特徴とする請求項 9 または請求項 10 に記載のマスク製造方法。

【請求項 13】 前記主パターン及び前記ダミー位相シフターを形成する段階は、

前記マスク基板上に遮光膜を形成する段階と、

前記遮光膜の一部だけ残して、前記マスク基板が露出されるまで前記遮光膜をエッチングして主パターンを形成する段階と、

前記主パターン両側の前記マスク基板の一部をエッチングして多数の溝を形成する段階とを具備する請求項 9 ～請求項 12 に記載のマスク製造方法。

【請求項 14】 前記溝の深さにより露出光の位相が変わる請求項 13 に記載のマスク製造方法。

【請求項 15】 前記ダミー位相シフターにより透過される露出光の位相が  $90^\circ$  変わる請求項 14 に記載のマスク製造方法。

【請求項 16】 前記マスク基板はバイナリマスク基板であり、前記遮光膜はクロムで形成された請求項 13 ～請求項 15 のいずれか一項に記載のマスク製造方法。

【請求項 17】 前記マスク基板はハーフトーン位相反転マスク基板であり、前記遮光膜は MoSiON で形成された請求項 13 ～請求項 15 のいずれか一項に記載のマスク。

## 【発明の詳細な説明】

### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体素子及びその製造方法に係り、特に微細パターン形成時に生じる光近接効果を補正できるダミーパターンが備わったマスク及びその製造方法に関する。

### 【0002】

【従来の技術】 現在  $180\text{ nm}$  以下のデザインルールを有する半導体素子の微細パターンを形成する際の問題点の一つとして、フォト工程上のフォーカスマージンの確保がある。半導体素子のパターンが多様な線幅とピッチで構成される場合、すなわち、一チップ内にパターンが密な領域と疎らな領域が共に構成される場合、光近接効果 (Optical Proximity Effect; OPC) による疎密偏差が発生する。したがって、ウェーハ上に密な素子パターンと疎らな素子パターンとを同時に形成するためのフォーカスマージンが減少する。

【0003】 このような原因は光学的特性上、密なパターンと疎らなパターンの透過光が相異なる回折形態を有することにある。

【0004】 図 10 は、マスク上の密なパターンを透過した露出光が投影レンズ上に形成する回折形態を示したものである。線幅は  $0.11\text{ }\mu\text{m}$  であり、 $0.23\text{ }\mu\text{m}$  のピッチを有する密なパターンに KrF 光を露出させた場合である。図面の横軸は回折角  $\alpha$  の  $\sin\alpha$  値であり、縦軸は回折光の振幅を示す。このように、密なパターンの回折光は 0 次、 $\pm 1$  次…の不連続的な分布を示す。

【0005】 一方、疎らなパターンの回折光は  $\sin\alpha$  関数の連続的な分布を示す。

【0006】 図 11 は、疎らなパターンを透過した露出光が投影レンズ上に形成する回折形態を示す。線幅が  $0.2\text{ }\mu\text{m}$  である疎らなパターンに KrF の光を露出させた場合である。図に示すように、0 次光だけが示される。

【0007】このような相異なる形の回折光が同じ投影レンズを通じて同時にウェーハ上に露出されて素子パターンを形成する場合に疎密偏差が発生する。

【0008】このような問題点を解決するためにスキヤッタリングバーを利用する方法が提案された。スキヤッタリングバーとは、疎らなパターンの両側マスク基板上に主パターンよりもっと微細な線幅で形成されたダミーパターンである。しかし、デザインルールが減少するほど、すなわち、パターンの線幅が狭まるほどスキヤッタリングバーの微細な線幅を形成し難くなる。また、スキヤッタリングバーを具備するマスクを製造するためには難しい工程条件が要求されるので、マスク製造の負担が大きい。

【0009】一方、解像度を向上させるために密なパターンに最適化された斜入射（off-axis）露光方法を使用する場合、疎密偏差はさらに増加する。軸外し露光とは、光軸がウェーハ表面に垂直にならないようすなわち密なパターン領域に光軸の中心が来るよう露光する方法である。したがって、疎らなパターンに露光される光の焦点深度はさらに低下するため、全体的な焦点深度が低下する。

【0010】焦点深度は正確なパターンが形成される線幅の限度を示す。すなわち、焦点深度内の線幅を有するパターンは正確に形成される。したがって、焦点深度が大きいほど正確なパターンの形成が容易であり、焦点深度が小さいほど正確なパターンの形成が困難である。

#### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明の目的は、疎らな素子パターンと密な素子パターンとの疎密偏差を低減するために、疎らなパターンの回折光が密なパターンの回折光と同じ回折形態を示すように構成されたマスク及びその製造方法を提供することである。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の目的を達成するために、本発明によるマスクは、露出光を透過させるマスク基板、マスク基板より透光性に劣る主パターン及び、主パターンの両側マスク基板上に形成され、露出光の位相を変化させて透過する多数のダミー位相シフターを含む。

【0013】主パターンは露出光を遮断することが望ましい。

【0014】ダミー位相シフターは前記主パターンと平行した線状で形成する。または、前記ダミー位相シフターは四角型に形成し、横及び縦に交錯して交代で配列する。

【0015】前記ダミー位相シフターは前記マスク基板をエッチングして形成できる。この場合、マスク基板のエッチング深さにより透過される露出光の位相が調節される。

【0016】ダミー位相シフターにより透過される露出

光の位相が90°変わることが望ましい。

【0017】前記主パターンは、バイナリマスク基板を用いる場合にはクロムで形成し、ハーフトーン位相反転マスク基板を用いる場合にはMoSiONで形成することが望ましい。

【0018】本発明の他の技術的課題を達成するため、本発明により露出光を透過させるマスク基板上に、マスク基板より透光性に劣る主パターンを形成し、主パターンの両側マスク基板上に、露出光の位相を変化させて透過する多数のダミー位相シフターを形成する。

【0019】主パターンは露出光を遮断することが望ましい。

【0020】ダミー位相シフターは前記主パターンと平行した線状で形成する。または、前記ダミー位相シフターは四角型に形成し、横及び縦に交錯して交代で配列する。

【0021】前記主パターン及び前記ダミー位相シフターを形成する段階は、前記マスク基板上に遮光膜を形成する段階、前記遮光膜の一部だけ残して、前記マスク基板が露出されるまで前記遮光膜をエッチングして主パターンを形成する段階及び、前記主パターン両側の前記マスク基板の一部をエッチングして多数の溝を形成する段階を具備することが望ましい。溝の深さにより露出光の位相が調節される。

【0022】ダミー位相シフターにより透過される露出光の位相が90°変わることが望ましい。

【0023】前記主パターンは、バイナリマスク基板を用いる場合にはクロムで形成し、ハーフトーン位相反転マスク基板を用いる場合にはMoSiONで形成することが望ましい。

#### 【0024】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の望ましい実施例を詳細に説明する。しかし、本発明の実施例は多様な形に変形でき、本発明の範囲が後述される実施例に限定されるものではない。本発明の実施例は本発明の開示を完全にし、当業者に本発明をより完全に説明するために提供されるものである。図面上で同じ符号で表示された要素は同じ構成要素を意味する。また、ある膜が他の膜または半導体基板の'上'にあると記載される場合に、前記ある膜は前記他の膜または半導体基板に直接接觸して存在することもあり、またはその間に第3の膜が介在することもある。

【0025】以下、図1～図3、図4～図7、図8及び図9を参照して本発明の実施例を説明する。

【0026】本発明ではマスク基板上に位相一境界効果を利用したダミーパターンを形成する。位相一境界効果とは、透過する光の位相が相異なる二つの領域の境界面で、光の強度が減少する現象である。これをフォトリソグラフィー工程に利用してパターンを形成したりする。例えば、透過光の位相が0°である第1領域と、透

過光の位相が  $180^\circ$  である第2領域との境界面では露出光の強度が減少するので、フォトレジスト膜を感光させない。

【0027】まず、図1～図3、図4～図7を参照して実施例1を説明する。実施例1は疎らな主パターンの両側に、主パターンと平行した線状で形成された位相シフターを含むマスク及びマスクの製造工程に関する。

【0028】(実施例1) 図1は、実施例1により形成されたマスクの平面図である。

【0029】マスク基板100上に主パターン110及びその両側にダミー位相シフター120が形成されている。マスク基板100は露出光を透過させ、主パターン110はマスク基板100よりも透光性に劣り、好ましくは主パターン110は露出光を遮断する。マスク基板100は石英で、主パターン110はクロムで形成する。

【0030】マスク露光時、位相シフター120を透過する光と位相シフター120が形成されていない領域を透過する光とは  $0^\circ \sim 180^\circ$  の位相差を有する。したがって、位相シフター120と隣接したマスク基板100の境界面を透過する露出光の強度は弱まる。すなわち、パターンが形成されていないマスク基板100上に多数の位相シフター120を一つおきに規則的に配列することによって、位相シフター120と隣接したマスク基板100の境界面がダミーパターンの役割をする。このような位相シフター120を利用して疎らなパターン領域を密なパターン領域のように構成している。主パターン110の線幅、位相シフター120の幅及び位相シフター120間の間隔は  $0.2 \mu\text{m}$  に形成している。

【0031】図2は、図1の線A-A'に沿って示した断面図である。

【0032】図1の位相シフター120は、以下のマスクの製造工程で説明するように、2つの方法で形成できる。すなわち、マスク基板をエッティングする方法またはマスク基板上にシフター膜を形成する方法である。図2はそのうちマスク基板を直接エッティングして位相シフターを形成した場合である。

【0033】図2で、主パターン110の両側マスク基板100の表面に規則的に溝120が形成されている。溝120が形成された領域と溝120が形成されていない領域とのマスク基板100の厚さは相異なる。

【0034】したがって、マスクが露光されれば、溝120が形成された領域と溝120が形成されていない領域とを透過する光は経路差により位相が相異なる。そして、位相差が生じたその境界面がダミーパターンの役割をする。このような透過光の位相差は溝120、すなわち、位相シフターの深さにより決定される。

【0035】本実施例では透過光の位相差が  $90^\circ$  になるように位相シフター120を形成する。なお、本発明のマスク及びその製造方法により、素子の構成に必要な

主パターン以外に不要なパターンがウェーハに形成されなければならない。位相シフターによる位相差はダミーパターンが実際にウェーハ上にパターンを形成しない限度に設定できる。

【0036】図3は、図1及び図2のように構成したマスクパターンを透過した光の投影レンズ上の回折形態を示した図面である。図3は、図10及び図11を参考して比較説明する。

【0037】回折形態は図10に示された回折形態のように0次、 $\pm 1$ 次…の不連続的な分布を示している。すなわち、疎らなパターンの両側にダミー位相シフターを構成することによって、疎らなパターンの回折光が密なパターンの回折光と類似した回折形態を現すようにしたものである。0次光と $\pm 1$ 次光との間隔はマスクを構成している主パターン及び位相シフターの線幅または主パターン及び位相シフター間の間隔の大きさにより変わる。

【0038】以下、図4ないし図7を参考して前述したマスクの製造工程を説明する。

【0039】図4に示すように、最初に、石英よりなるマスク基板200上に遮光膜210及び第1フォトレジスト膜220を順次形成する。遮光膜210はクロムで形成する。

【0040】次に、図5に示すように、第1フォトレジスト膜220を現像して第1フォトレジストパターン225を形成し、これをを利用してマスク基板200が露出されるまで遮光膜210をエッティングして主パターン215を形成する。

【0041】そして、図6に示すように、主パターン215が形成されたマスク基板200の全面に再び第2フォトレジスト膜230を塗布する。

【0042】最後に、図7に示すように、第2フォトレジスト膜230を現像して第2フォトレジストパターン235を形成し、これをを利用してマスク基板200の表面をエッティングして多数の規則的に配列された溝240を形成する。次に、第2フォトレジストパターン235を除去すれば、図2に示されたようなマスクが形成される。

【0043】以下、図8を参照して実施例2を説明する。実施例2は疎らな主パターンの両側に、横及び縦に交錯して交代で配列された位相シフターを含むマスク及びマスクの製造工程に関するものである。実施例2の工程は実施例1の工程と類似であるため、特徴的なものだけ記述する。

【0044】(実施例2) 図8は、実施例2により形成されたマスクの平面図である。

【0045】マスク基板300上に主パターン310が形成されている。主パターン310の両側には、横及び縦に交錯して交代で配列された多数の四角型の位相シフター320が形成されている。各々の位相シフター32

0と、位相シフター320が形成されていないマスク基板300との境界面がダミーパターンとして作用するので、チェック状のダミーパターンが形成される。

【0046】本実施例2では、主パターン310の線幅及び位相シフター320の幅は0.2μmに形成した。

主パターン310と位相シフター320の配列領域との隔離距離は0.15μmに形成した。そして、透過光の位相差は実施例1と同じく90°に設定した。

【0047】実施例1において構成されたマスクは、主パターンが一方向にのみ伸びた線状の形態を有する場合にのみ適用可能である一方、実施例2において構成されたマスクは同時に水平／垂直方向に伸びたパターンにも適用可能である。

【0048】図9は、本発明の実施例により構成されたマスクを利用して、パターン線幅の変化による焦点深度の変化をシミュレーションした結果を示した図面である。

【0049】図面で'normal'と示されたグラフは図11で説明した従来のパターンに関するものである。'PAD1'は実施例1による位相シフターを利用した結果であり、'PAD2'は実施例2による位相シフターを利用した結果である。横軸は焦点深度を、縦軸はパターンの線幅を示す。図に示すように、パターンの線幅が減少するにつれて、本発明の実施例による'PAD1'及び'PAD2'の焦点深度が'normal'の焦点深度より広くなることが分かる。

#### 【0050】

【発明の効果】上述したように、本発明の光近接効果の補正のためのマスクとその製造方法においては、疎らなパターンの回折光が密なパターンの回折光と同じ回折形態を有するようにマスクを構成することによって、素子パターンの疎密偏差を低減することができる。したがって、全体的なフォーカスマージンを向上させることができる。

【0051】また、隣接した領域の位相差を利用してその境界面をダミーパターンで形成することによって、ス

キャッタリングバーのような微細なダミーパターンを形成するための工程上の負担を低減することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例により形成されたマスクの平面図である。

【図2】 図1の線A-A'に沿って示した断面図である。

【図3】 本発明の一実施例によるマスクパターンを透過した光の投影レンズ上の回折形態を示した図面である。

【図4】 本発明の一実施例によるマスクの製造工程を示す断面図である。

【図5】 図4に続くマスクの製造工程を示す断面図である。

【図6】 図5に続くマスクの製造工程を示す断面図である。

【図7】 図6に続くマスクの製造工程を示す断面図である。

【図8】 本発明の他の実施例により形成されたマスクの平面図である。

【図9】 本発明により構成されたマスクを利用してパターン線幅の変化による焦点深度の変化をシミュレーションした結果を示した図面である。

【図10】 従来の技術によるマスクパターンを透過した光の投影レンズ上の回折形態を示した図面である。

【図11】 従来の技術によるマスクパターンを透過した光の投影レンズ上の回折形態を示した図面である。

#### 【符号の説明】

100、200、300…マスク基板、

110、215、310…主パターン、

120、320…位相シフター、

210…遮光膜、

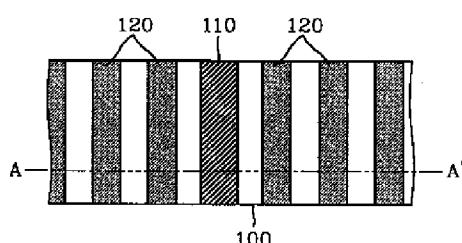
220…第1フォトレジスト膜、

225…第1フォトレジストパターン、

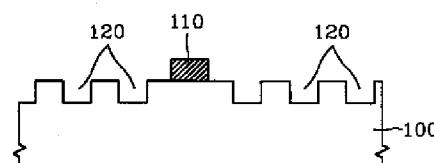
230…第2フォトレジスト膜、

235…第2フォトレジストパターン。

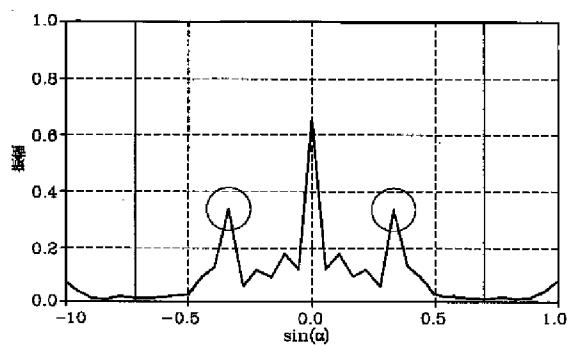
【図1】



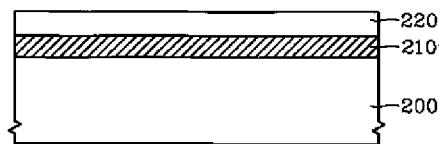
【図2】



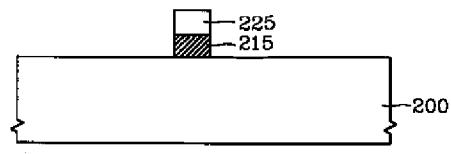
【図3】



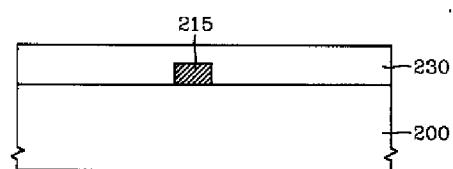
【図4】



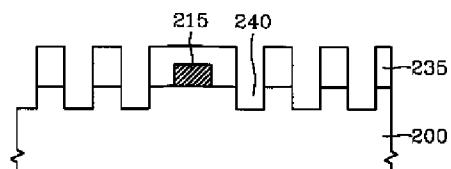
【図5】



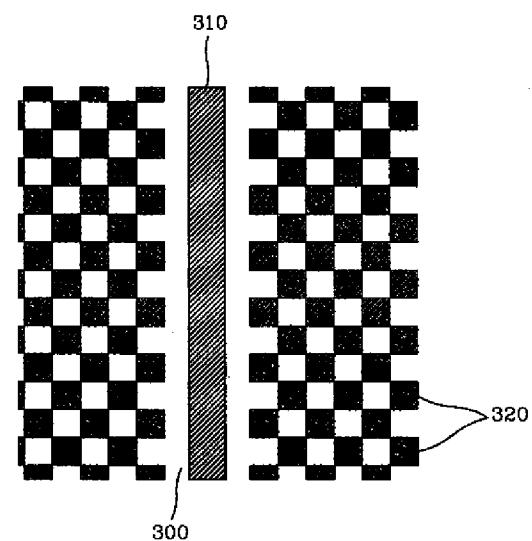
【図6】



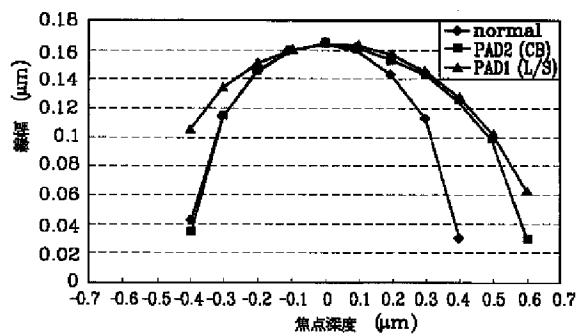
【図7】



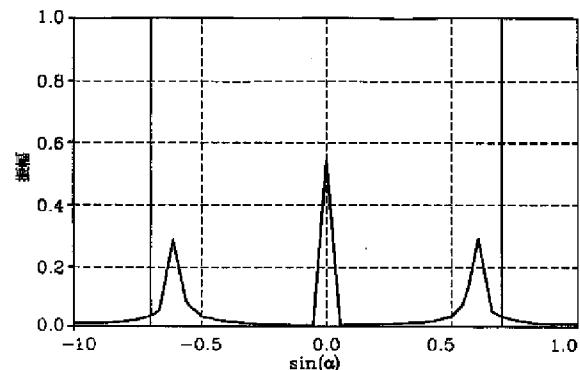
【図8】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

